

# Utsädesbehandling med mineralnäring för att förbättra uppkomst och tidig tillväxt hos vårraps

*Seed-coating with mineral nutrients to improve plant emergence and early growth in spring oilseed rape*

Patrik Svanström



Magisteruppsats i biologi  
Agronomprogrammet – inriktning mark/växt

Examensarbeten, Institutionen för mark och miljö, SLU  
2017:01

Uppsala 2017



# Utsädesbehandling med mineralnäring för att förbättra uppkomst och tidig tillväxt hos vårraps

Seed-coating with mineral nutrients to improve plant emergence and early growth in spring oilseed rape

*Patrik Svanström*

**Handledare:** Karin Hamnér, institutionen för mark och miljö, SLU

**Biträdande handledare:** Eva Stoltz, HS konsult AB

**Examinator:** Holger Kirchmann, institutionen för mark och miljö, SLU

**Omfattning:** 30 hp

**Nivå och fördjupning:** Avancerad nivå, A1E

**Kurstitel:** Självständigt arbete i biologi – magisterarbete

**Kurskod:** EX0732

**Program/utbildning:** Agronomprogrammet – mark/växt, 270 hp

**Utgivningsort:** Uppsala

**Utgivningsår:** 2017

**Omslagsbild:** Vårraps i kärkförsök, 2016, foto författaren

**Serietitel:** Examensarbeten, Institutionen för mark och miljö, SLU

**Delnummer i serien:** 2017:01

**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** betning, Brassica, jordloppor, mikronäring, odlingsåtgärder, oljeväxter, raps, temperatur, uppkomst, utsädesbehandling

Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap  
Institutionen för mark och miljö



## Abstract

The cultivation of oilseeds contributes to the Swedish agriculture in terms of enhanced opportunities in crop rotation. With a well-planned crop rotation, the possibilities for reduced usage of chemicals and reduced need of tillage are enhanced. This is positive for the environment and the profitability for farmers. Because of limitations in climate, cultivation of spring oilseeds has been dominating in mid Sweden. Due to the prohibition of neonicotinoids in 2013, the cultivated area of spring oilseeds decreased with almost 90 % over 3 years, probably due to increased risk of severe damage from flea beetles in the crop. An alternative to reduce the usage of insecticides could in this case be seed treatment with mineral nutrients that could benefit plant emergence and early plant growth.

To investigate the potential in seed treatment with mineral nutrition, HS Konsult AB/Hushållningssällskapet conducted two field trials in 2016 in which seed of spring oilseed rape was treated with different mineral nutrition products. The different treatments were then compared in respect of emergence, weight of biomass and yield. A pot trial was also conducted in climate chambers at the Swedish University of Agricultural Sciences in Uppsala. In these trials seed of spring oilseed rape treated with mineral nutrition was cultivated at 3 different temperatures; 6°C, 11°C and 16°C. In these trials, the time-span for the plants to reach different development stages was studied.

The results from the field trials showed no significant differences on plant emergence, weight of biomass or yield between the different treatments. In the laboratory trial, seed treatment with mineral nutrition showed significant positive effects on emergence for plants cultivated at 16°C. There were no significant differences between treatments in respect of DC 10 but there were some differences between treatments on plants cultivated at 16°C 19 days after sowing in respect of DC 11.

Because of external factors such as weather and insect pests in the field trials, these trials would need to be repeated during several years to make the results a reliable decision basis for farmers. The laboratory trials indicated that there are possibilities for seed treatment with mineral nutrition to improve the cultivation of spring oilseeds which makes it an interesting subject for further research.

*Keywords:* Brassica, coating, flea beetle, micronutrients, oilseeds, plant emergence, priming, rape, seed treatment, temperature.

## Sammanfattning

Oljeväxter är en gröda som bidrar positivt till den svenska växtodlingen genom att innebära varierade växtföljder för de svenska lantbrukarna. Detta ger stora möjligheter att reducera användningen av kemisk bekämpning och mekanisk bearbetning samt bidra till en bättre lönsamhet för det svenska jordbruket. På grund av begränsningar i klimatet för odling av höstoljeväxter har odlingen av våroljeväxter varit dominerande i områden som till exempel Mälardalen. På grund av ökade risker för skador av jordloppor (*Phyllotreta spp*) i och med förbud av betning med neonikotinoider har arealen av våroljeväxter minskat dramatiskt de senaste åren. Ett alternativt sätt att motverka jordloppornas påverkan kan vara att behandla utsädet med mineralnäring för att gynna groningen och den tidiga tillväxten.

För att undersöka potentialen hos utsädesbehandling med mineralnäring anlade HS Konsult AB/Hushållningssällskapet fältförsök under odlingssäsongen 2016 där vårraps behandlat med olika mineralnäringssprodukter jämfördes. I dessa fältförsök jämfördes uppkomst, ovanjordisk biomassa och skörd. Det genomfördes även krukförsök med vårraps behandlad med olika mineralnäringssprodukter som odlades vid 3 olika temperaturer, 6°C, 11°C och 16°C vid Sveriges Lantbruksuniversitet i Uppsala. I dessa försök undersöktes hur lång tid det tog för rapsplantorna till uppkomst samt att uppnå vissa utvecklingsstadier i de olika behandlingarna vid olika temperaturer.

Resultaten från fältförsöken visade inte på några signifikanta skillnader i uppkomst, ovanjordisk biomassa eller i skörd mellan de olika behandlingarna. I laboratorieförsöken kunde vi se positiva effekter av utsädesbehandling på uppkomst vid 16°C men inte vid 6°C eller vid 11°C. Det fanns inga signifikanta skillnader mellan behandlingarna i avseende på DC 10 men i DC 11 fanns det skillnader mellan vissa led vid 16°C 19 dagar efter sådd.

På grund av utomstående faktorer i fältförsöken såsom väder och insektsangrepp skulle denna typ av försök behöva upprepas under flera års tid för att helt säkerställa att resultaten kan användas som beslutsunderlag vid praktisk växtodling för lantbrukare. Laboratorieförsöken har även de en utvecklingspotential där tiden för försöket kunde förlängas och antalet frön ökas för att göra underlaget till studien bättre. Att även öka antalet undersökta temperaturer kan vara relevant. Resultaten från detta arbete innebär att det kan finnas en potential hos utsädesbehandling med mineralnäring som kan gynna lantbrukare och öka odlingssäkerheten vid odling av våroljeväxter vilket gör ämnet aktuellt för framtida forskning.

*Nyckelord: betning, Brassica, jordloppor, mikronäring, odlingsåtgärder, oljeväxter, raps, temperatur, uppkomst, utsädesbehandling.*

## Populärvetenskaplig sammanfattning

Oljeväxter är en gröda som på flera sätt bidrar positivt till det svenska lantbruket. Med oljeväxter som ett alternativ i växtföljden finns stora möjligheter att reducera användningen av kemiska växtskyddsmedel och behovet av jordbearbetning, vilket i sin tur gynnar lönsamheten i jordbruket samt minskar dess negativa miljöpåverkan. I Sverige odlas det såväl höstoljeväxter som våroljeväxter. Arealen av våroljeväxter har dock minskat drastiskt under de senaste åren på grund av försvårade odlingsförhållanden i form av ökade angrepp av jordloppor som kan ge en kraftig skördenedsättning. Lämpliga preparat för betning med insekticider som skyddar mot angreppen och gör odlingen mindre riskfylld har förbjudits och bra alternativ saknas i dagsläget. För att bibehålla den svenska odlingen av våroljeväxter måste vi finna nya alternativa vägar att gå för att öka odlingssäkerheten.

Ett sätt att minska angreppen av jordloppor och därmed öka odlingssäkerheten kan vara att beta utsädet med mineralnäring istället för med insekticider. Denna teknik tillämpas bland annat i Kanada där syftet är att näringen som utsädet behandlats med ska finnas tillgänglig för fröet så fort som möjligt vilket då ska bidra till en snabbare groning och uppkomst. Den eventuella tillämpningen för detta i Sverige kan då vara att det går att genomföra sådden av våroljeväxter tidigare, innan jordlopporna blivit aktiva, eller senare på säsongen men att plantorna då kan växa ifrån jordlopporna fortare än vanligt.

Under våren och sommaren 2016 undersöktes hur betning med mineralnäring påverkar den tidiga tillväxten hos våroljeväxter. Det genomfördes både fältförsök och kärlförsök där olika behandlingar med mineralnäringssprodukter jämfördes med en obehandlad kontroll. I fältförsöken jämfördes plantantal på bestämda sträckor, plantvikter samt skörd. I kärlförsöken jämfördes uppkomst samt hur fort olika behandlingar nådde olika utvecklingsstadier. I kärlförsöken utfördes även varje behandling vid tre olika temperaturer för att simulera tidig respektive sen sådd.

Från resultaten av dessa undersökningar kan vi se att det inte finns några stora skillnader mellan behandlingar i fältförsök eller i kärlförsök vid lägre temperaturer. Det bör dock tilläggas att odlingsåret 2016 kom att kännetecknas av stora förekomster av kålmal vilket kan ha påverkat resultatet från fältförsöken. Vid den högsta temperaturen i kärlförsöken fanns det dock skillnader mellan leden där alla behandlade led visade på bättre uppkomst än den obehandlade kontrollen. Vi kan alltså inte helt utesluta att det finns möjlighet för betning med mikronäring att gynna odlingen av våroljeväxter i och med till exempel en förbättrad uppkomst. För att kunna vara helt säkra på effekterna av behandlingarna behöver dock fler studier göras.





# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Syfte</b>	<b>7</b>
2.1	Avgränsningar	7
<b>3</b>	<b>Bakgrund</b>	<b>8</b>
3.1	Odling av oljeväxter	8
3.1.1	Minskad areal med våroljeväxter	8
3.1.2	Jordloppornas påverkan	9
3.1.3	Växtnäring	9
3.1.4	Utsädesbehandling	10
3.1.5	Temperaturens betydelse för groningen och tidig tillväxt	11
3.2	Bakgrund till fältförsök	12
3.2.1	Förstudie	13
3.2.2	Demonstrationsodlingar	13
<b>4</b>	<b>Metod</b>	<b>14</b>
4.1	Metod fältförsök	14
4.2	Metod laboratorieförsök	15
4.3	Statistiska analyser	17
<b>5</b>	<b>Resultat</b>	<b>18</b>
5.1	Resultat fältförsök	18
5.2	Resultat laboratorieförsök	23
<b>6</b>	<b>Diskussion</b>	<b>27</b>
6.1	Fältförsök	27
6.2	Laboratorieförsök	28
6.3	Behov av mer forskning	30
<b>7</b>	<b>Slutsatser</b>	<b>31</b>
	<b>Referenslista</b>	<b>32</b>



# 1 Inledning

Odlingen av oljeväxter i Sverige har stor betydelse för såväl de svenska lantbrukarna som för miljön. Genom att odla oljeväxter kan den enskilde lantbrukaren få såväl bättre ekonomi som möjligheten att forma en långsiktigt hållbar växtföljd. Detta kan leda till reducerad användning av insatser som kan ha en negativ effekt på vår miljö. Genom odling av oljeväxter kan behovet av kemisk bekämpning minska i andra grödor och även behovet av mekanisk bearbetning (Almond m.fl., 1986). Med en odling av oljeväxter kan vi även få högre skördar i spannmål och andra grödor genom oljeväxternas förfruktseffekter vilket möjliggör för att producera mer livsmedel och foder. I merparten av Sverige finns det svårigheter med att odla höstoljeväxter på grund av klimatet. Detta har medfört att odlingen av våroljeväxter har varit ett väldigt bra alternativ.

Det är högst relevant att sträva efter en bibehållen odling av våroljeväxter i Sverige då denna form, jämfört med höstoljeväxter, är mer lämplig att odla längre norrut i Sverige. Skulle denna odling försvinna kommer växtföljderna i många områden bli mer bestående av stråsäd. Detta kan i sin tur öka behovet av kemisk bekämpning i dessa grödor på grund av uppförökning av sjukdomar, öka behovet av jordbearbetning på grund av avsaknad av oljeväxternas luckrande rotsystem och resultera i en svårare bekämpning av ogräs. Dessa faktorer kan i sin tur resultera i större påfrestningar på miljön och innebära en försämrad lönsamhet för många lantbrukare.

Från år 2013 till år 2015 minskade den odlade arealen av våroljeväxter med nästan 90 % i Sverige (Jordbruksverket, 2015). Det kan härledas till det förbud mot betning med insekticider som beslutades i EU år 2013. Förbudet anses av många göra odlingen av våroljeväxter omöjlig på grund av alltför stor risk för skador till följd av angrepp av jordloppor (*Phyllotreta spp*). Alternativ till betningen med insekticider är att sträva efter en tidig sådd, en snabb uppkomst och en tidig tillväxt för att plantorna ska växa ur de utvecklingsstadier då de är som känsligast för angrepp av jordloppor (Gustafsson, 2016). Ett sätt att uppnå detta kan vara genom betning av utsäde med mineralnäring.

I Sverige finns det relativt liten kunskap och erfarenhet kring hur utsädesbetning med mineralnäring påverkar uppkomst och tidig tillväxt. Detta arbete har därför haft fokus på att sammanfatta den forskning som finns inom detta område samt undersöka vilka effekter betning med mineralnäring kan ha på vårrens under svenska förhållanden. Detta har genomförts genom litteraturstudie, fältförsök och krukförsök i odlingsskåp.

## 2 Syfte

Syftet med detta arbete var att undersöka om utsädesbetning med mineralnäring kan förbättra uppkomsten och den tidiga tillväxten hos vårraps. Snabb tillväxt kan minska risken för angrepp av jordloppor samt reducera behovet av kemisk bekämpning mot dessa insekter. Arbetet har utgått ifrån följande hypoteser:

- (I) Utsäde behandlat med mineralnäring ger förbättrad och snabbare uppkomst hos vårraps.
- (II) Utsäde behandlat med mineralnäring ökar den tidiga tillväxten hos vårraps.
- (III) Vårraps odlad vid lägre temperatur har långsammare groning och tidig tillväxt än vårraps odlad vid högre temperatur.
- (IV) Betning med mineralnäring har större effekt på groning och tidig tillväxt vid höga temperaturer jämfört med låga.

### 2.1 Avgränsningar

I detta arbete har fokus lagts på hur uppkomsten påverkats av olika betningar med näringsämnen samt hur den ovanjordiska biomassan utvecklats. I laboratorieförsöken beslutades det att titta på hur temperaturen påverkade utsädesbehandlingarna jämfört med respektive kontroll i samma temperatur. Detta för att minska risken att skillnader kan uppstå på grund av andra faktorer som kan påverka mellan de olika odlingsskåpen såsom vattentillgång.

## 3 Bakgrund

### 3.1 Odling av oljeväxter

Oljeväxter tillhör familjen korsblommiga växter, *Brassicaceae* (Krok & Almqvist, 2012). I Sverige förekommer oljeväxter i odlingen av jordbruksgrödor i form av raps, rybs, oljelin, vitsenap och solros (Fogelfors, 2015). Domesticeringen av oljeväxter har förmodligen skett vid olika tillfällen runtom i världen beroende på när dess värde uppmärksammats i lokala regioner. Till en början användes oljeväxterna troligtvis i läkemedelssyfte och som grönsaker, för att under 1700-talet börja uppmärksammas som en möjlig källa till produktion av vegetabiliska oljor (Kimber & McGregor, 1995).

Odlingen av oljeväxter i Sverige har varierat i omfattning sedan mitten av 1700-talet och ibland har odlingen helt uteblivit. Det har funnits en stadigvarande produktion av oljeväxter i Sverige sedan omkring 1940-talet (Fogelfors, 2015). Oljeväxter är väldigt fördelaktiga som avbrottsgröda i spannmålsdominerade växtföljder då de innebär ett minskat sjukdomstryck på stråsåden, en billigare och förenkla bekämpning av gräsogräs samt en luckring av marken med sitt djupgående pålrotssystem (Almond m.fl., 1986). Förfruktseffekterna av oljeväxter är alltså väldigt fördelaktiga och kan innebära en skördeökning på upp till 1100 kg/ha för en efterföljande spannmålsgröda (Lindén, 2008).

#### 3.1.1 Minskad areal med våroljeväxter

Trots de många fördelar med oljeväxtodling har den totala odlade arealen varierat väldigt mycket de senaste åren. Sedan år 2010 har den totala odlade arealen oljeväxter varierat mellan 94 525 hektar och 125 656 hektar (Jordbruksverket, 2015). År 2013 beslutades det inom EU att betning med preparat innehållande neonikotinoider skulle förbjudas för att motverka reduktionen av bisamhällen i Europa. Tidigare har betning med neonikotinoider varit vanligt förekommande vid odling av oljeväxter. Utsädet har betats med dessa preparat för att reducera beho-

vet av kemisk bekämpning i växande gröda vilken kan behöva utföras många gånger då angreppen från jordloppor kan bli svåra på framförallt våroljeväxter. Detta förbud har lett till att arealen av våroljeväxter har minskat drastiskt (Kemikalieinspektionen, 2016). Enligt Jordbruksverket (2015) minskade den odlade arealen våroljeväxter i Sverige från 53 700 hektar år 2013 till 5 479 hektar år 2015. Huvudorsaken till den stora minskningen är troligen att det obetade utsädet ger större känslighet för angrepp av jordloppor och därmed en stor osäkerhet i vårrapsodlingen.

### 3.1.2 Jordloppornas påverkan

Jordloppor (*Phyllotreta spp*) tillhör ordningen skalbaggar och familjen glansbaggar. Det är en 2-5 millimeter lång insekt som är något metallglänsande (Fogelfors, 2015). Det finns flera arter jordloppor men i princip gör de samma skada på oljeväxterna. De blir aktiva under våren då varmare väder börjar råda och de gör då utflygningar till rapsfält, vanligtvis under senare delen av maj. Jordlopporna anländer till fält där oljeväxterna nyligen grott och livnär sig på de små plantorna. Skadorna kan beskrivas som små gnaghål på hjärtbladen. Vid stora populationer av jordloppor kan skadorna bli så omfattande att hela grodden kan bli uppäten (Ekbom, 1995; Ekbom & Kuusk, 2005). Tangtrakulwanich m.fl. (2014) visade att bekämpade led gav 200-800 kilogram högre skörd per hektar jämfört med obehandlade led. Enligt Ekbom (1995) har jordloppornas skada endast ekonomisk betydelse i vårformerna av oljeväxter. Risker för ekonomiska förluster är dock mindre även i dessa när plantorna har utvecklat några örtblad (Ekbom & Kuusk, 2005). Enligt Gustafsson (2016) är riktvärdet för kemisk bekämpning av jordlopporna när 30 % av hjärtbladens yta är angripen i kombination med en reducerad tillväxt hos oljeväxterna på grund av torrt väder. Som nämnts i tidigare avsnitt fanns tills för några år sedan möjlighet till betning av utsädet med insekticider. Gustafsson (2016) menar att då detta inte längre är tillgängligt så finns det ett större behov av kemisk bekämpning i växande gröda. För att minska behovet av den kemiska bekämpningen är det aktuellt att tillämpa förebyggande åtgärder som att till exempel sträva efter en god uppkomst och snabb tidig tillväxt genom odlingstekniska åtgärder (Gustafsson, 2016). Detta för att grödan snabbt ska passera de stadier där plantan är känslig för angrepp av jordloppor.

### 3.1.3 Växtnäring

För att oljeväxterna ska ha en god tillväxt och ge en hög skörd så har de precis som alla växter ett näringsbehov. Växternas näringsämnen kan delas in i makro- och mikronäringsämnen. Skillnaden mellan de båda grupperna är att växternas innehåll och behov av makronäringsämnen är mycket större än innehållet och behovet av mikronäringsämnen. Makronäringsämnena är kol (C), väte (H), syre (O),

kväve (N), fosfor (P), svavel (S), kalium (K), kalcium (Ca) och magnesium (Mg). Mikronäringsämnenen är järn (Fe), mangan (Mn), koppar (Cu), zink (Zn), molybden (Mo), bor (B), nickel (Ni) och klor (Cl) (Mengel & Kirkby, 1987). Enligt Grant & Bailey (1993) är raps en gröda med ett relativt högt näringsbehov av såväl makro- som mikronäringsämnen vilket även gör den känslig för näringsbrist.

Här följer en kort beskrivning av några av de huvudsakliga näringsämnenas funktioner i växten. Kväve är en del i aminosyror, proteiner, gener och mycket mer i växten vilket gör det till ett vanligt förekommande ämne och ett av de viktigaste näringsämnenen i växten. Svavel har en del i metabolismen och ingår i oljeväxternas glukosinolater. Fosfor förekommer i bland annat fosforlipider och nukleotider och är viktig i växtens tidiga utvecklingsstadier. Kalium fungerar bland annat vid aktiveringen av enzymer i fotosyntesen i vilken även magnesium, mangan, järn och klor förekommer. Kalcium bidrar till stabiliseringen av cellväggar. Koppar samt zink förekommer i olika proteiner. Bor har enligt vissa en större betydelse för oljeväxter än för andra grödor och har bland annat en nyckelroll i cellväggsbiosyntesen (Orlovius, 2003; Fogelfors, 2015). Det har visats att rapsfrön som skördats från plantor som odlats i jord med låg tillgänglighet av bor har försämrad grobarhet (Saarela, 1985 se Rerkasem et al., 1997). Grant & Bailey (1993) menar att oljeväxter är mer känsliga för brist på mikronäringsämnen än vad spannmålsgrödor är, vilket gör att tillförsel av mikronäring kan vara extra viktigt att tänka på vid odling av oljeväxter.

#### 3.1.4 Utsädesbehandling

Ett hjälpmedel som kan vara till stor nytta vid odlingen av både oljeväxter och andra jordbruksgrödor är olika typer av utsädesbehandling. En sådan utsädesbehandling kallas ofta för utsädesbetning. Att behandla utsädet på olika sätt är något som människan gjort sedan romartiden (Fogelfors, 2015). Anledningen till att utsädesbehandlingar utförs är helt enkelt för att förbättra utsädet. Detta kan ske genom olika typer av behandlingar såsom ”coating”, ”priming” och pelletering. De huvudsakliga målen med dessa behandlingar kan sägas vara att förbättra groning hos utsädet, göra utsädet mer lätthanterligt och jämnt för såmaskinen, tillhålla näringsämnen efter sådd eller skydda mot sjukdomar och insekter (Halmer, 2008). Av dessa begrepp verkar det vara ”coating” och ”priming” som kan tänkas översättas till svenskans utsädesbetning, medan pelletering är en behandling vars huvudsakliga syfte är att göra partier med utsäde mer likvärdiga varandra för att underlätta hanteringen i såmaskiner (Halmer, 2008). Halmer (2008) beskriver ”coating” som en behandling där olika material appliceras på fröet för att till exempel skydda mot olika insekter och patogener eller se till att mikronäring finns nära till hands när fröet gror. ”Priming” beskrivs som en behandling med avseende att förbättra groningen och groddens tidiga tillväxt genom att med olika tillvägä-



gångssätt låta fröet genomgå vissa metaboliska processer vilket gör tiden mellan sådd och uppkomst kortare (Halmer, 2008).

Betning med näringsämnen för att förbättra groningen och uppkomst är något som inte är så väl etablerat på den svenska marknaden, men det finns desto mer resultat på detta område internationellt. Farooq m.fl. (2012) menar att utsädesbehandling med mikronäring har potential att bland annat förbättra grödors uppkomst och skörd. Flera resultat stödjer även detta. Utsäde av kikärt, ris och vete som behandlats med zink- och borlösning fick en snabbare groningen än obehandlade kontroller vid studier i Nepal (Johnson m.fl., 2005). Dill som behandlats med järn och bor fick en snabbare groningen jämfört med obehandlade frön (Mirshekari, 2012). I broccoli har betning med bor haft positiva effekter för groningen samt gynnat andra faktorer som till exempel skjutkraft (Memon, 2013). Vidare har betning med kopparjodid, zinkjodid och zinksulfat förbättrat uppkomsten och etableringen av linser (Alilo m.fl., 2014).

I Sverige är utsädesbehandling med växtnäring ganska nytt och produktutbudet är relativt litet. Ett företag som marknadsför produkter direkt avsedda för detta ändamål är NoroTec AB. De har framförallt 3 produkter vilka benämns som utsädesprodukter. Dessa är NoroTec Mangan, NoroTec Mangan/Koppar och NoroTec WinterCrop (NoroTec AB, 2016). NoroTec WinterCrop är ett preparat som används för att erhålla en tillväxtökning hos grödorna. Preparatet innehåller fosfor, kalium, magnesium, svavel, mangan, zink och kväve. NoroTec Mangan/Koppar används för att förebygga mangan- och kopparbrist och NoroTec Mangan används för att förebygga manganbrist. NoroTec menar att genom användning av dessa produkter är växtnäringen tillgänglig direkt för växten när den börjar växa och all växtnäring som appliceras kommer växten till godo vilket medför mindre förluster till marken (NoroTec, 2013abc). I de försök som genomförts i detta arbete har även några produkter från Yara AB ingått. Dessa finns dock inte tillgängliga på marknaden ännu och Yara marknadsför inte heller några produkter för ändamålet utsädesbehandling. Det finns även en produkt från det kanadensiska företaget Omex med i försöken. Detta företag finns dock inte på den svenska marknaden.

### 3.1.5 Temperaturen betydelse för groningen och tidig tillväxt

Vid odling av oljeväxter räcker det inte att bara ta hänsyn till faktorer såsom växtnäring och växtskydd utan även marktemperaturen bör beaktas. Ser vi till odlingen av våroljeväxter är det viktigt att vänta med sådd tills den tidpunkt är nådd då marken hunnit bli tillräckligt varm efter vintern. Kondra m.fl. (1983) menar att den rådande rekommendationen är att sådd av oljeväxter bör ske då marktemperaturen är mellan 15°C och 20°C. Det finns resultat som visar på långsammare groningen då temperaturen sänktes från 25°C till 5°C (Witcombe & Whittington, 1971). I USA och Kanada karaktäriseras våroljeväxtodlingen av en kort od-

lingssäsong vilket gör det önskvärt att starta vårsådden så tidigt som möjligt utan förlust av skörd (Chen m.fl., 2005). För att möjliggöra denna tidiga sådd är det viktigt att känna till oljeväxternas bastemperatur, över vilken som det är möjligt för oljeväxterna att gro och växa. Det finns flera olika källor som visar att bas-temperaturen för oljeväxter ligger omkring 3°C till 5°C (Vigil m.fl., 1997; Kondra m.fl., 1983; Marshall & Squire, 1996, Chen m.fl., 2005). Vissa resultat tyder på att tiden för groningen och uppkomst förlängs vid lägre temperaturer än 10°C (Zhang m.fl., 2015; Blake, Spink & Bullard, 2004; Nykiforuk & Johnson-Flanagan, 1999; Acharya, Dueck & Downey, 1983). Detta visar på att gynnsam temperatur för sådd av oljeväxter är omkring 15°C till 20°C. Om sådd ska genomföras vid lägre temperatur kan det vara intressant att se till möjligheter för förbättrade förhållanden med olika typer av odlingsteknik. I flera rapporter från Sveriges lantbruksuniversitet har jordtemperaturen registrerats och redovisats under flera år i Uppsala och vid forskningsstationen i Lanna. I dessa rapporter går det att se att jordtemperaturen på 20 centimeters djup i maj varierat mellan cirka 8°C och 15°C i Uppsala och mellan cirka 10°C och 15°C vid Lanna forskningsstation (Stjernman Forsberg m.fl., 2013; Stjernman Forsberg m.fl., 2012; Kyllmar & Johnsson, 2006). Detta visar på att temperaturen i marken ofta är lägre än temperaturen för optimal groningen vilket i sin tur innebär att det kan vara aktuellt att försöka gynna groningen genom utsädesbehandling med mineralnäring.

### 3.2 Bakgrund till fältförsök

Under våren 2015 anlades demonstrationsodlingar på fyra platser i Västmanland av HS Konsult AB/Hushållningssällskapet där effekten av olika mineralnäringsprodukter undersöktes. Projektledare för det SLF-finansierade projektet var Eva Stoltz, forskare på HS Konsult AB/Hushållningssällskapet, Örebrokontoret. Hon kom i kontakt med mineralnäringsbetning vid en växtodlingskonferens i Turkiet där kanadensiska företag informerade om att all vårraps i Kanada betades med mineralnäring för att kunna genomföra en tidigare sådd. Detta är önskvärt eftersom växtodlingssäsongen är väldigt kort i Kanada. I Västmanland finns flera odlare som förespråkar en tidig sådd av oljeväxter på våren för att plantorna ska kunna växa ifrån jordlopporna innan dessa blir aktiva. Om betning med mineralnäring skulle kunna gynna denna tidiga sådd skulle odlingssäkerheten förbättras vilket gjorde det intressant att anlägga ovan nämnda demonstrationsodlingar. Efter att demonstrationsodlingar och laborieförsök genomförts beslutades det att fortsätta med riktiga fältförsök med upprepningar. Dessa fältförsök anlades i Medåker, Arboga samt Kräcklinge, Örebro.

### 3.2.1 Förstudie

Innan ovan nämnda demonstrationsodlingar anlades genomfördes en förstudie i klimatkammare. Förstudien omfattade sju olika behandlingar med mineralnäring och en kontroll. Behandlingarna var Omex Primer, Omex Primer Canola, NoroTec Zink, NoroTec Mangan, NoroTec Wintercrop, Yara 1 och Yara 2. Sorten som användes var *Majong* och allt utsäde behandlades med fungicidbetning Rovral 500 A. Efter behandling undersöktes grobarhet och tillväxt på fuktigt filterpapper vid en temperatur som var mellan 6°C och 8°C. Frön såddes även i kärl innehållandes fältjord vilka placerades i kylrum där temperaturen var mellan 6°C och 8°C. Kärlen belystes 14,5 timmar per dygn och uppkomst samt torrviikt kontrollerades. Resultaten visade att betning med NoroTec Wintercrop och NoroTec Zink hade snabbare groning än den obehandlade kontrollen på filterpapper och i kärlförsöken hade Yara 1 och NoroTec Mangan snabbare uppkomst än den obehandlade kontrollen (Stoltz & Wallenhammar, 2015).

### 3.2.2 Demonstrationsodlingar

Demonstrationsodlingarna var belägna i Stora Valla och Hummelbäcken i Örebro, Skyllberg i Askersund och Medåker i Arboga. I demonstrationsodlingarna användes samma utsäde och behandlingar som i förstudien. Sådatum var den 16 april i Stora Valla, 25 april i Hummelbäcken, 9 maj i Skyllberg och 15 april i Medåker. Alla platser grundgödslades med 120 kg N/ha YaraMila 21-4-7. I Stora Valla kompletterades grundgödslingen med 60 kg N/ha svinflytgödsel, Hummelbäcken med 40 kg N/ha Axan och Medåker med 70 kg N/ha YaraMila 22-6-6. I Skyllberg utfördes ingen kompletteringsgödsling.

De mätningar som gjordes i demonstrationsodlingarna var planträkningar på markerade platser samt uppgrävning av plantor för att mäta stråbasens diameter, rotlängd, plantans längd ovan jord samt plantans totala längd. Resultaten visade att tre av behandlingarna var signifikant skilda från kontrollen. Dessa var Omex Primer Canola, NoroTec Zn och NoroTec Wintercrop. Plantstorleken varierade mellan behandlingar och försöksplatser där flera av de behandlade leden hade bättre tillväxt än kontrollen (Stoltz & Wallenhammar, 2015). Då demonstrationsodlingarna ansågs lyckade beslutades det att anlägga fältförsök under våren 2016 utanför Örebro och Arboga.

## 4 Metod

### 4.1 Metod fältförsök

Fältförsöken genomfördes i Medåker utanför Arboga och i Kräcklinge utanför Örebro. Försöken anlades i fält där stallgödsel inte förekom i växtföljden och en tidig sådd av försöken eftersträvades. I Medåker var jorden en mellanlera med en mullhalt på 6 % (ler 40 %, silt 42,5 % och sand 11,5 %). I Kräcklinge var jorden en mellanlera med en mullhalt på 3,9 % (ler 29,2 %, silt 56,8 % och sand 10,1 %). Jorden i Medåker hade ett pH-värde på 6,9 och i Kräcklinge 6,4. De utsädesbehandlingar som användes beskrivs i Tabell 1.

Sorten som användes i fältförsöket var Majong med en utsädesmängd på 150 frön per kvadratmeter. Sådjupet var 3 cm och försöksytan vältades med ringvält före och efter sådd. Försöket utfördes som ett randomiserat blockförsök med fyra upprepningar och med en rutstorlek på 40 kvadratmeter. Grundgödsling av försöket skedde som 120 kg N/ha i form av YaraMila 21-4-7. Ogräs- och insektsbehandling utfördes av odlaren och då som fältet i övrigt.

Tabell 1. Utsädesbehandling för respektive led i de två fältförsöken vid Medåker och Kräcklinge

Led	Utsädesbehandling	Preparatets innehåll
A	Obehandlat + fungicid	Obehandlat
B	Omex Canola + fungicid	Zn, P, K m.fl.
C	NoroTec raps + fungicid	Mn, S, Mg, B, Mo, N
D	NoroTec Wintercrop Plus + fungicid	P, K, Mg, S, Mn, Zn, N
E	NoroTec Zn + fungicid	Zn, S, N
F	Yara F3493 + fungicid	Okänt
G	Yara F3501 + fungicid	Okänt
H	Yara F3516 + fungicid	Okänt

Fältförsöken såddes den 6 och 8 maj i Kräcklinge respektive Medåker. Efter sådd inväntades uppkomst vilken övervakades med hjälp av åtelkameror som placerats ut på de båda försöksplatserna. Den 19 maj placerades mätsträckor ut på fem fastlagda sträckor vilka var 1 meter långa och placerades i motsvarande sårader i alla rutor. Inom dessa mätsträckor utfördes planträkningar vid 4 tillfällen. I Kräcklinge; 13, 17, 20 och 42 dagar efter sådd. I Medåker 11, 15, 18 och 40 dagar efter sådd. Det som noterades vid dessa planträkningar var uppkomst i antal plantor inom respektive mätsträcka. 32 och 54 dagar efter sådd, 2-4 bladsstadiet och i begynnande blomning, samlades 10 plantor per ruta in i Kräcklinge för vägning av den ovanjordiska biomassans färskvikt samt torrsvikt. I Medåker genomfördes detta 30 och 52 dagar efter sådd. De insamlade proverna placerades i plastpåsar och förvarades i kylväska och kylrum för att inte tappa färskvikt till följd av uttorkning. Vikten bestämdes genom att plantorna delades med en skalpell varpå den ovanjordiska biomassan vägdes. Därefter placerades dessa på foliebrickor med papper för att torka. Torkningen skedde vid 60°C under en natt. Efter torkning genomfördes samma vägning en gång till för att bestämma torrsvikt. Då mognad uppnått skördades försöken och skördad mängd samt oljehalt bestämdes.

## 4.2 Metod laborieförsök

Efter att data från fältförsöken samlats in och analyserats genomfördes ett laborieförsök vid Sveriges Lantbruksuniversitet i Uppsala. Försöket genomfördes för att vidare kontrollera effekten av de olika utsädesbehandlingar som ingick i fältförsöken. Vid detta försök såddes vårraps av sorten *Majong* med olika utsädesbehandlingar vid olika marktemperaturer för att undersöka hur detta påverkade effekten av betningen. Odlingen utfördes i krukor placerade i odlingsskåp vid Institutionen för Ekologi på Sveriges Lantbruksuniversitet i Uppsala vid temperaturerna 6°C, 11°C och 16°C. Försöket bestod av odling av vårraps vid tre olika temperaturer och fem olika behandlingar med mineralbetning vid varje temperatur. Alla led upprepades fyra gånger vilket resulterade i totalt 60 stycken krukor. Utsädesbehandlingarna till laborieförsöket valdes ut genom granskning av de utsädesbehandlingar som fanns med i fältförsöket. De fyra led som visade tydligast tendenser på förbättrad uppkomst valdes ut. Dessa behandlingar redovisas i Tabell 2.

Laborieförsöken inleddes med att matjord grävdes upp från Tjursåker Gård strax norr om Enköping i ett område som är typiskt för odling av våroljeväxter. Jorden grävdes upp från ett djup på 0 till 20 centimeter och var en något mullhaltig mellanlera. Denna samlades in i kassar och spreds ut på en presenning utomhus. Därefter fick jorden ligga i 4 dagar under vilka den regelbundet blandades runt samt bearbetades med en betongvält. Detta för att torka samt finfördela jorden.

Tabell 2. Utsädesbehandlingar som ingick i laboratorieförsöket

Led	Utsädesbehandling
A	Obehandlat + fungicid
B	Omex Canola + fungicid
E	NoroTec Zn + fungicid
G	Yara F3501 + fungicid
H	Yara F3516 + fungicid

Den 9 oktober vägdes 1316 gram jord upp i 60 krukor. Krukorna var 12,5 centimeter höga med en diameter på 16,5 cm i överkant och 12,5 centimeter i botten. Mängden jord som vägdes upp valdes för att fylla krukorna och få ett lagom djup till såbotten. Vid samma tillfälle vägdes även 280 gram jord upp vilket var den mängd som krävdes för att efter sådd kunna hälla på krukorna och resultera i en såbädd med ett djup på 2 centimeter. Efter beredning av jorden vattnades respektive kruka med 375 milliliter vatten efter beräkning av fältkapaciteten för jorden. Krukorna märktes därefter upp inför sådd samt placerades i respektive skåp för att akklimatisera sig till rätt temperatur under ett dygn. Den 11 oktober utfördes sådd av 15 frön per kruka med de olika behandlingar som ingick i laboratorieförsöket. Efter att fröna placerats på fuktig botten hällades den uppvägda jorden på för att skapa en såbädd vilken sedan jämnades till. Efter genomförd sådd placerades åter krukorna i respektive odlingsskåp för att invänta uppkomst. Kontroll av uppkomst skedde varje dag från och med 6 dagar efter sådd. Vid dessa planräkningar noterades antal uppkomna plantor, plantor som nått DC 10 samt plantor som nått DC 11. Den sista planräkningen skedde 19 dagar efter sådd. Då försöket avslutats jämfördes de olika behandlingarna inom varje temperatur vid två tillfällen, 11 dagar efter sådd och 19 dagar efter sådd. Vid dessa tillfällen jämfördes även en sammanslagning av alla behandlingar vid respektive temperatur med de andra temperaturerna. Under försökets gång utfördes vattning av krukorna. Vid första tillfället 9 dagar efter sådd vägdes alla krukor för att bestämma ungefär hur mycket vatten som försvunnit. Detta beräknades genom att den vikt som plantorna hade 9 dagar efter sådd drogs ifrån den vikt som plantorna hade vid start av försöket. Efter beräkning vattnades varje kruka med 50 milliliter vatten underifrån vid detta tillfälle. Därefter vattnades krukorna i odlingsskåpen vid olika tidpunkter; 12 dagar efter sådd vattnades krukorna i odlingsskåpen med 16°C och 11°C, 14 dagar efter sådd vattnades endast krukorna i skåpet med 16°C, 15 dagar efter sådd vattnades krukorna i odlingsskåpen med 6°C och 11°C, 17 dagar efter sådd vattnades krukorna i skåpet med 16°C.

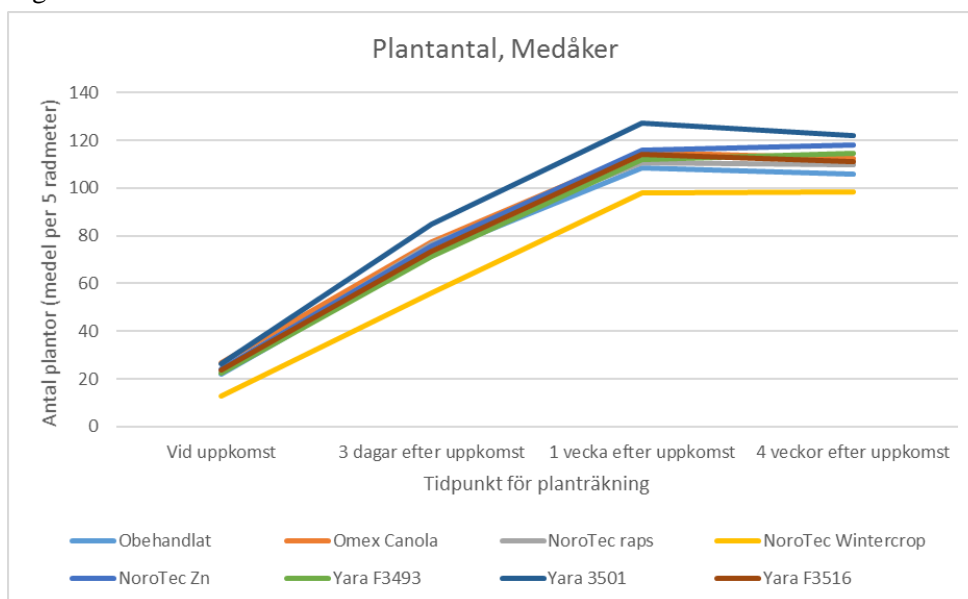
### 4.3 Statistiska analyser

Alla resultat har sammanställts och bearbetats i Excel och SAS JMP 12.0. Analys för att bestämma skillnader mellan behandlingarna gjordes med variansanalys (Anova) och Tukey's HSD test. Alla statistiska analyser har genomförts vid en signifikansnivå på 95 % ( $p < 0,05$ ).

## 5 Resultat

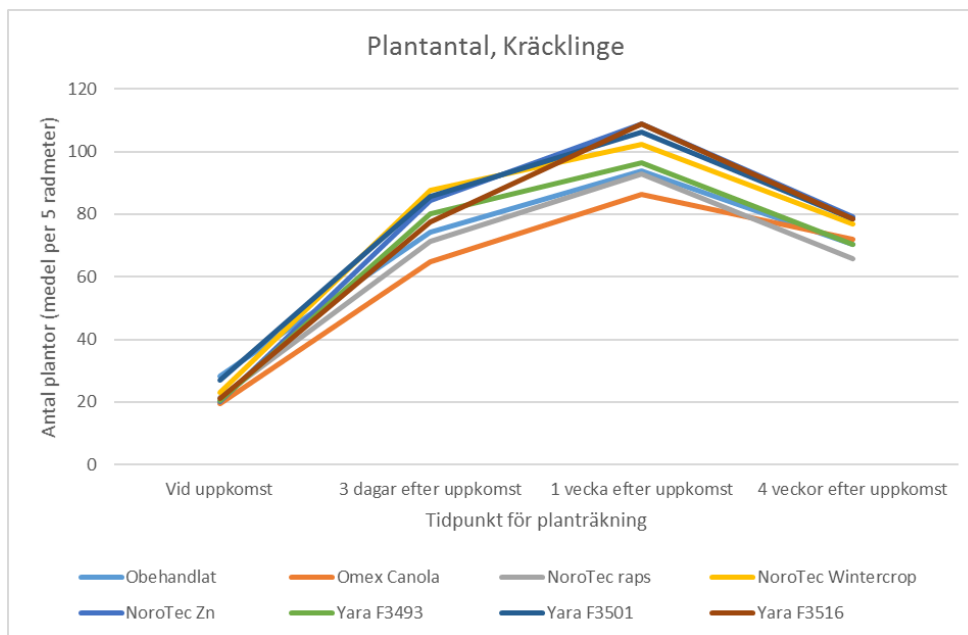
### 5.1 Resultat fältförsök

Efter att data samlats in från de båda fältförsöken i Medåker och Kräcklinge kunde det fastställas att det inte fanns några signifikanta skillnader i plantantal mellan de olika leden på någon av platserna vid något av tillfällena då planträkning genomfördes. De olika leden jämfördes genom att räkna ut medeltalet och variationen för de 4 upprepningar som ingick i försöket. Hur antalet uppkomna plantor i Medåker och Kräcklinge utvecklas över tid kan ses i Figur 1 respektive Figur 2.



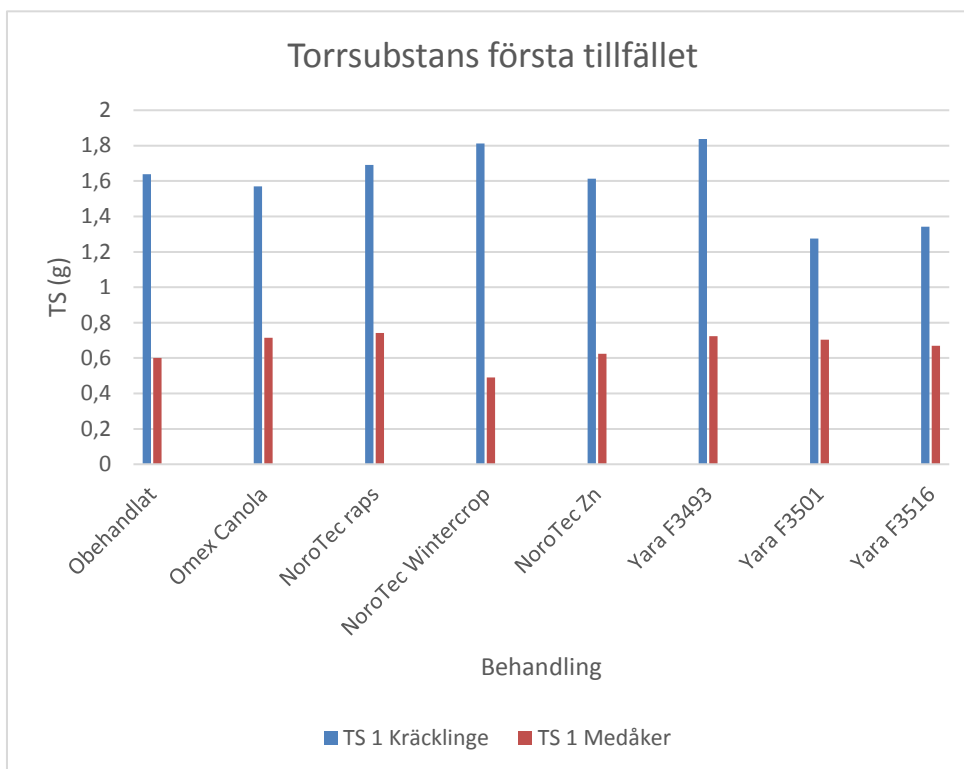
Figur 1. Plantantal (antal plantor per 5 meter) i medeltal för olika utsädesbehandlingar vid de olika tidpunkter då planträkning utfördes vid försöksplatsen i Medåker.



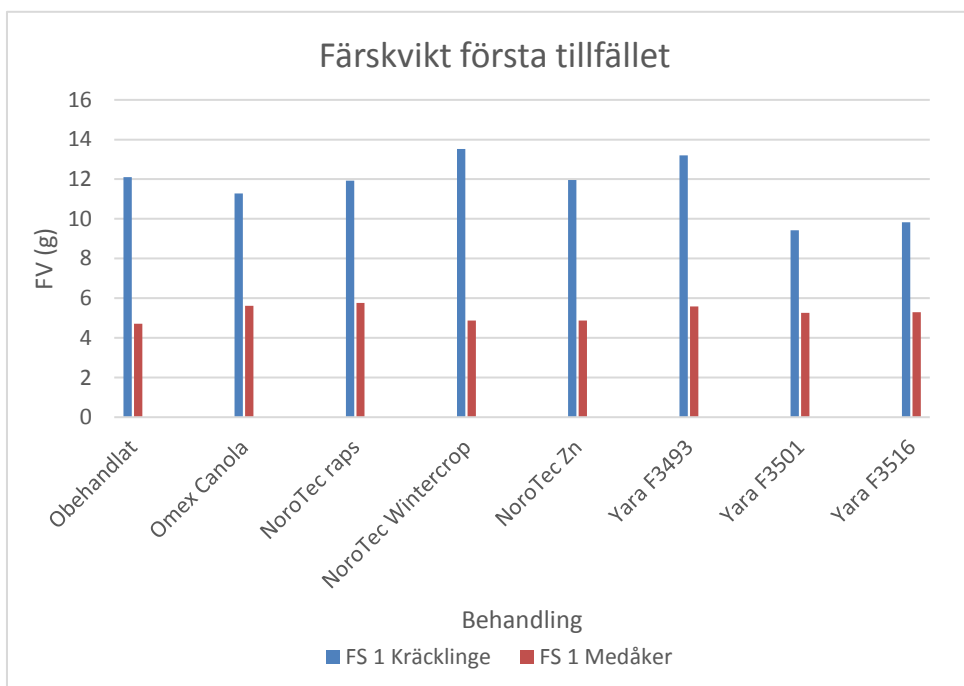


Figur 2. Plantantal (antal planter per 5 meter) i medeltal för olika utsädesbehandlingar vid de olika tidpunkter då planträkning utfördes vid försöksplatsen i Kräcklinge.

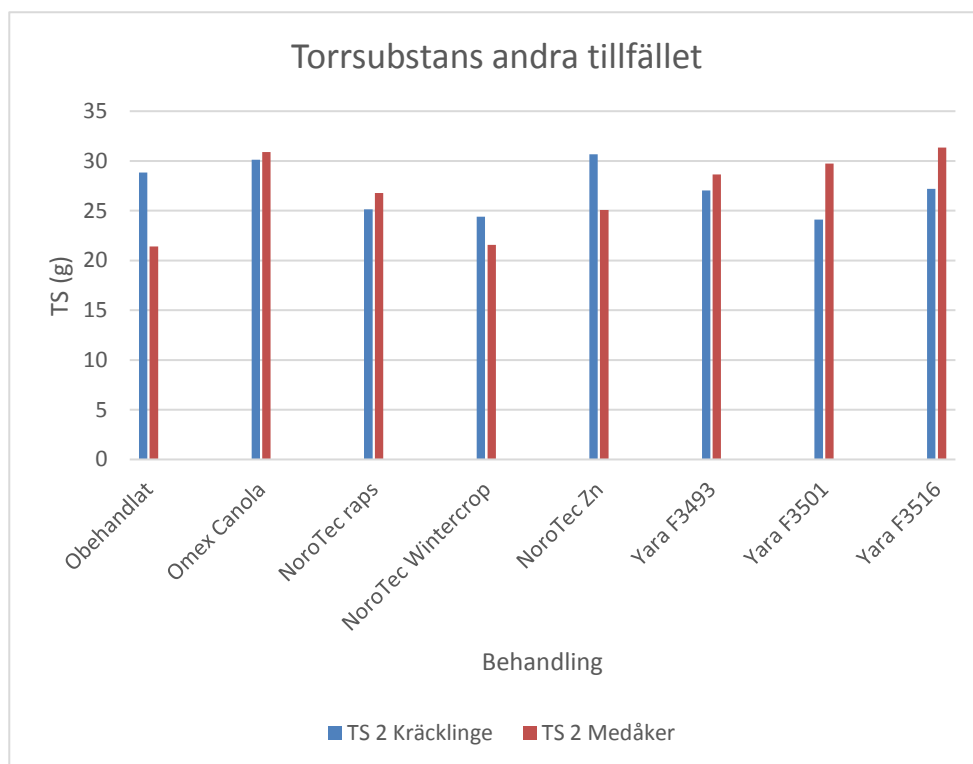
Vidare genomfördes även vägningar av färskvikt (fv) och torrs substans (ts) för den ovanjordiska biomassan i de båda försöken vid två tillfällen, i 2-4 bladsstadiet och i begynnande blomning vilket inträffade 32 och 54 dagar efter sådd. Signifika skillnader fanns enligt variansanalysen med p-värden under 0,05 (0,035 och 0,014 för fv respektive ts) vid det andra mätillfället i Medåker. Skillnaderna var dock inte så stora att de visades i Tukey's test. Resultatet visar ändå att utsäde behandlat med mineralnäring hade tendens till större biomassa jämfört med den obehandlade kontrollen. Inga ytterligare skillnader mellan behandlingarna hittades. Hur grönmassans storlek utvecklades över tiden i Medåker och Kräcklinge kan ses i Figur 3, Figur 4, Figur 5 och Figur 6.



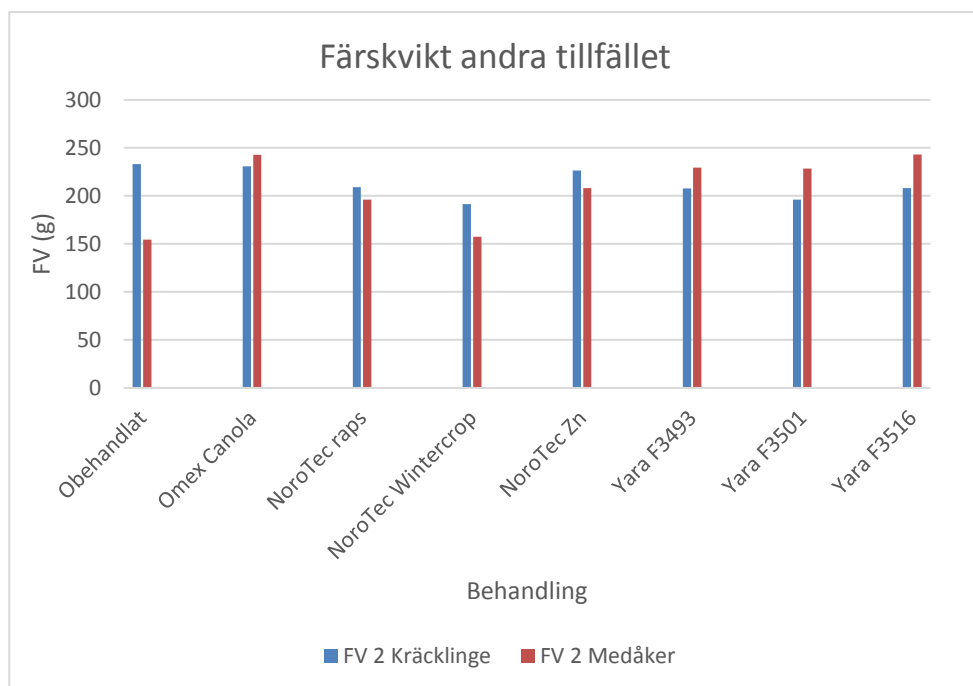
Figur 3. Biomassa av 10 plantor (torrvikt) vid Kräcklinge och Medåker 32 dagar efter sådd.



Figur 4. Biomassa av 10 plantor (färskvikt) vid Kräcklinge och Medåker 32 dagar efter sådd.



Figur 5. Biomassa av 10 plantor (torrsubstans) vid Kräcklinge och Medåker 54 dagar efter sådd.



Figur 6. Biomassa av 10 plantor (färskvikt)

Även skörden och oljehalten i den skördade varan mättes i båda försöken. Inga signifikanta skillnader fanns mellan de olika leden gällande skörd och oljehalter för någon av försöksplatserna vilket kan ses i Tabell 3.

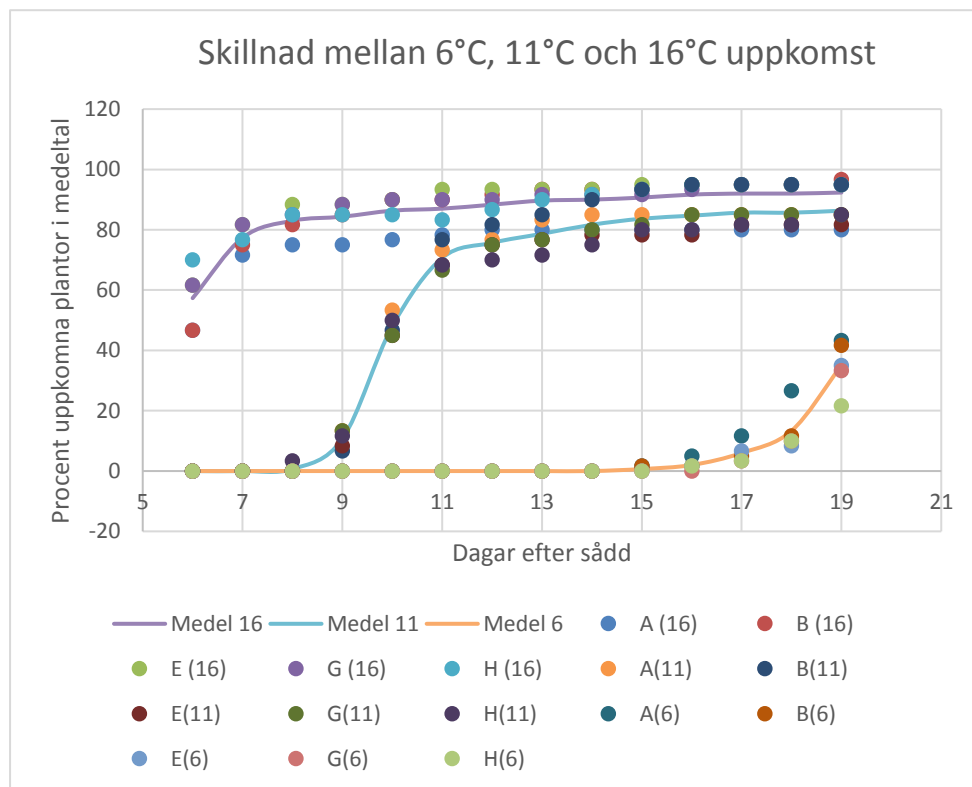
Tabell 3. Skördad mängd samt oljehalt för respektive led vid de båda försöksplatserna Medåker och Kräcklinge.

Led	Skörd Medåker (kg ts/ha)	Oljehalt (%) Medåker	Skörd Kräcklinge (kg ts/ha)	Oljehalt (%) Kräcklinge
Obehandlat	2164 ± 237	52,6 ± 0,56	2029 ± 336	50,0 ± 0,89
Omex Canola	2173 ± 373	51,8 ± 0,58	2038 ± 413	49,7 ± 0,62
NoroTec raps	1976 ± 251	52,6 ± 0,51	2020 ± 482	49,9 ± 0,74
NoroTec Win- tercrop	2333 ± 301	51,9 ± 0,37	2169 ± 649	49,8 ± 0,44
NoroTec Zn	2080 ± 107	52,9 ± 0,38	2090 ± 246	49,6 ± 0,58
Yara F3493	2152 ± 340	52,7 ± 0,64	1981 ± 417	49,3 ± 0,13
Yara F3501	1953 ± 209	52,6 ± 0,64	2003 ± 503	49,9 ± 0,46
Yara F3516	2178 ± 307	52,2 ± 0,44	2220 ± 463	49,8 ± 1,20

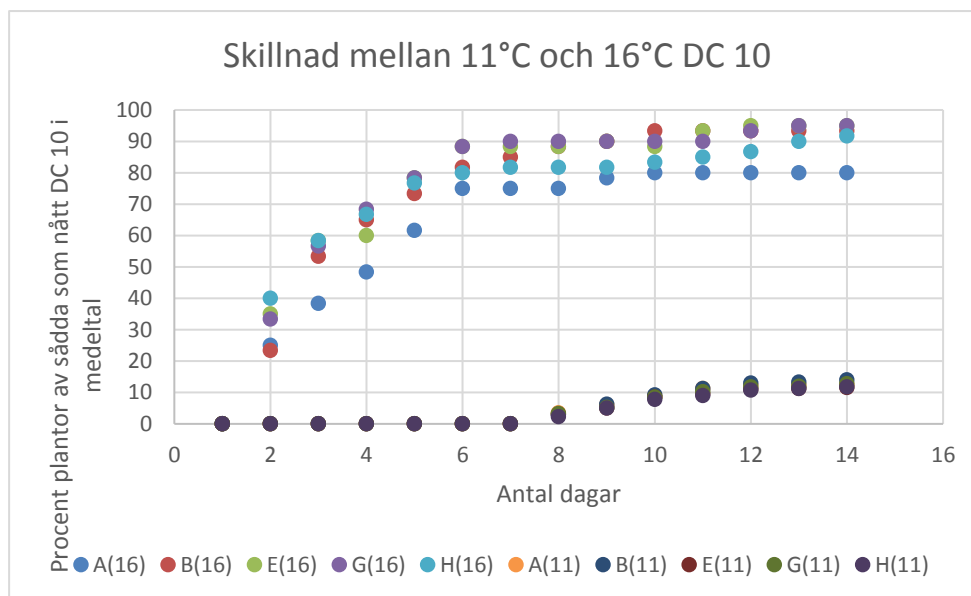
## 5.2 Resultat laboratorieförsök

Efter att laboratorieförsöken slutförts kunde det fastställas att det fanns signifikanta skillnader mellan de olika leden i vissa av de undersökta temperaturerna. I Figur 5 ser vi en illustration av andelen uppkomna plantor över tid för de olika temperaturerna. Det vi kan se i Figur 7 är att plantorna vid 16°C har grott tidigare än övriga. Omkring 10 dagar efter sådd har plantor odlade vid 11°C även kommit igång ordentligt och efter 19 dagar är skillnaden mellan 11 och 16 grader relativt liten. Plantor odlade vid 6°C kommer dock inte igång förrän omkring 15 dagar efter sådd och kom aldrig upp i samma nivå som övriga temperaturer under försökets gång.

I Figur 8 ser vi motsvarande illustrering av DC 10. I Figur 8 saknas 6°C på grund av att inga plantor nådde DC 10 vid denna temperatur.



Figur 7. Andel uppkomna plantor (%) över tid vid odling i 6°C, 11°C och 16°C.



Figur 8. Andel plantor (%) som uppnått utvecklingsstadium DC 10 över tid vid odling i 11°C och 16°C.

I Tabell 4 kan vi se skillnaden mellan uppkomst i de olika leden i laboratorieförsöket vid 6°C 19 dagar efter sådd. Då inga plantor hade kommit upp 11 dagar efter sådd utfördes statistisk analys för skillnad mellan leden endast 19 dagar efter sådd vid denna temperatur. Vid detta tillfälle kunde inga signifikanta skillnader mellan leden hittas.

Tabell 4. Andel uppkomna plantor (%) i de olika behandlingarna vid 6°C 19 dagar efter sådd.

Led	Temperatur (°C)	Uppkomst (% av sådda frön)
Obehandlat	6	43,3 ± 12,8
Omex Canola	6	41,7 ± 10,0
NoroTec Zn	6	35,0 ± 11,4
Yara F3501	6	33,3 ± 16,3
Yara F3516	6	21,7 ± 14,8

Vid 11°C och 16°C hade plantor kommit upp tidigare vilket möjliggjorde jämförelser vid ett tidigare tillfälle i dessa temperaturer. 11 dagar efter sådd och 19 dagar efter sådd fanns inga signifikanta skillnader i uppkomst mellan leden vid 11°C (Tabell 5). Vid dessa temperaturer noterades även när de uppkomna plantorna nådde DC 10. Vid 16°C noterades även när de uppkomna plantorna nådde DC 11. Vid jämförelser av de olika behandlingarna och andel plantor som uppnått DC 10 vid 11°C 19 dagar efter sådd var led B, Omex Canola, signifikant skilt från led E, NoroTec Zn, men inget led var skilt från kontrollen (Tabell 5).

Vid 16°C hade led E, NoroTec Zn, signifikant högre andel uppkomna plantor 11 dagar efter sådd jämfört med den obehandlade kontrollen och efter 19 dagar hade alla behandlingar signifikant bättre uppkomst än den obehandlade kontrollen ( $p < 0,05$ ; Tabell 6). Det fanns vid 16°C inga signifikanta skillnader i andel plantor som uppnått DC 10 varken 11 dagar efter sådd eller 19 dagar efter sådd. 19 dagar efter sådd visade dock variansanalysen (F-test) att det fanns skillnader mellan behandlingarna ( $p=0,04$ ) vilket tyder på att det fanns en tendens till skillnader mellan leden. 19 dagar efter sådd hade led B, E och G (Omex Canola, NoroTec Zn och Yara F3501) signifikant högre andel plantor som uppnått DC 11 jämfört med den obehandlade kontrollen (Tabell 6).

Ser vi till de jämförelser som gjordes av uppkomsten mellan de olika temperaturerna så var alla temperaturer signifikant skilda åt 11 dagar efter sådd. Efter 19 dagar hade 11°C och 16°C signifikant bättre uppkomst än den obehandlade kontrollen men var inte signifikant skilda från varandra ( $p < 0,05$ ; Tabell 7).

Samma jämförelse mellan temperaturer genomfördes också för andel plantor som uppnått DC 10. Efter 11 dagar hade krukorna i 16°C signifikant högre andel som uppnått DC 10 än de som odlats vid 6°C och 11°C ( $p < 0,05$ ; Tabell 8). Efter 19 dagar hade krukorna i 16°C signifikant högre andel plantor som uppnått DC 10 än de båda lägre temperaturerna och 11°C hade högre andel plantor som uppnått DC 10 än 6°C.

Tabell 5. Andel uppkomna plantor och plantor som uppnått DC10 (%) vid 11°C 11 och 19 dagar efter sådd. Olika bokstäver indikerar signifikant skillnad mellan behandlingar ( $p < 0,05$ ).

Led	Temperatur (°C)	Andel av sådda frön (%)		
		Uppkomst dag 11	Uppkomst dag 19	DC 10, dag 19
Obehandlat	11	73,3 ± 9,4	85,0 ± 8,4	83,3 ± 6,7 AB
Omex Canola	11	76,7 ± 3,8	95,0 ± 3,3	93,3 ± 5,4 A
NoroTec Zn	11	68,3 ± 6,4	81,7 ± 6,4	76,7 ± 8,6 B
Yara F3501	11	66,7 ± 12,2	85,0 ± 6,4	85,0 ± 6,4 AB
Yara F3516	11	68,3 ± 3,3	85,0 ± 8,4	78,3 ± 8,4 AB

Tabell 6. Andel uppkomna plantor och plantor som uppnått DC10 (%) vid 16°C 11 dagar och 19 dagar efter sådd samt andel plantor som uppnått DC 11 19 dagar efter sådd. Olika bokstäver indikerar signifikant skillnad mellan behandlingar ( $p < 0,05$ )

Led	Temperatur (°C)	Andel av sådda frön (%)				
		Uppkomst dag 11	Uppkomst dag 19	DC 10 dag 11	DC 10, dag 19	DC 11 dag 19
Obehandlat	16	78,3 ± 8,4 A	80,0 ± 9,4 A	75,0 ± 10,0	80,0 ± 9,4	75,0 ± 6,4 A
Omex Canola	16	90,0 ± 3,9 AB	96,7 ± 3,9 B	81,7 ± 6,4	93,3 ± 5,4	93,3 ± 5,4 B
NoroTec Zn	16	93,3 ± 5,4 B	95,0 ± 6,4 B	88,3 ± 6,4	95,0 ± 6,4	88,3 ± 8,4 B
Yara F3501	16	90,0 ± 3,9 AB	95,0 ± 6,4 B	88,3 ± 6,4	95,0 ± 6,4	88,3 ± 6,4 B
Yara F3516	16	83,3 ± 8,6 AB	95,0 ± 6,4 B	77,8 ± 10,2	91,7 ± 6,4	86,7 ± 0,0 AB

Tabell 7. Andel uppkomna plantor (%) i temperaturerna 6, 11 och 16°C 11 och 19 dagar efter sådd. Olika bokstäver indikerar signifikant skillnad mellan behandlingar ( $p < 0,05$ )

Temperatur (°C)	Uppkomst dag 11 (% av sådda frön)	Uppkomst dag 19 (% av sådda frön)
6	0,0 ± 0,0 A	35,0 ± 14,2 A
11	70,7 ± 7,9 B	86,3 ± 7,6 B
16	87,0 ± 7,9 C	92,3 ± 8,7 B

Tabell 8. Andel plantor (%) som uppnått DC 10 i temperaturerna 6, 11 och 16°C 11 och 19 dagar efter sådd. Olika bokstäver indikerar signifikant skillnad mellan behandlingar ( $p < 0,05$ )

Temperatur (°C)	DC 10, dag 11 (% av sådda frön)	DC 10, dag 19 (% av sådda frön)
6	Inga plantor	Inga plantor
11	0,0 ± 0,0 A	83,3 ± 8,8 A
16	82,7 ± 8,8 B	91,0 ± 8,5 B



## 6 Diskussion

Odlingen av oljeväxter är väldigt betydelsefull för det svenska lantbruket. Med oljeväxterna som gröda kan lantbrukare skapa en varierad växtföljd vilket har positiva effekter på såväl miljö som den enskilde lantbrukarens ekonomi. Med oljeväxter som förfrukt kan merskörden i efterföljande höstvetete vara så hög som 1100 kg/ha (Lindén, 2008). Att bibehålla en långsiktig odling av våroljeväxter är önskvärt för det svenska lantbruket och ett sätt att göra detta kan möjligen vara genom användning av utsädesbehandling med mineralnäring.

De demonstrationsodlingar som genomfördes under odlingssäsongen 2015 visade att alla led som var behandlade med mineralnäring utom ett hade bättre uppkomst än kontrollen drygt två veckor efter sådd. Detta var ju ett väldigt positivt resultat vilket bidrog till att riktiga fältförsök med upprepningar anlades inför odlingssäsongen 2016.

### 6.1 Fältförsök

Resultaten från fältförsöken visade inte på några signifikanta skillnader i uppkomst vid något av de tillfällen då plantråkningarna genomfördes. Ser vi till Figur 1 och Figur 2 i resultaten kan vi tydligt se hur plantantalet i alla led följer samma utveckling utan några stora skillnader. Signifikanta skillnader mellan behandlingarna för den ovanjordiska biomassan eller slutgiltig skörd kunde inte heller observeras även om det fanns tendenser till skillnader för biomassan vid det andra mätillfället i ett av försöken. Enligt mig kan vi dra slutsatserna för årets fältförsök att effekten av betningen med mineralnäring inte har bidragit med några stora positiva förbättringar i vårrapsodlingen. Vidare anser jag dock att så många andra faktorer kan påverka att det behövs fler försök under fler år för att med säkerhet kunna dra några slutsatser att till fullo stå bakom. Det finns i dagsläget flertalet odlare i Västmanland som använder sig av denna typ av teknik och upplever såväl snabba uppkomst som högre skörd. Våren 2016 var relativt regnig och detta bidrog till att försöken inte såddes vid den tidpunkt som det först var tänkt. Detta kan i sin

tur medfört att sådden försvårades av såväl väderförhållanden som av stress att hinna få igång försöken. Om vi åter ser till Figur 1 och Figur 2 i resultatdelen så ser vi även att det framförallt i Kräcklinge skedde en minskning i plantantal från det tredje till sista tillfället då planträkning genomfördes. En möjlig förklaring är att det fanns andra faktorer som påverkade försöket. Mellan dessa båda tillfällen hade vilt passerat och orsakat skador i flera av de mätsträckor där planträkningarna genomfördes. En annan faktor som troligtvis påverkade speciellt i Kräcklinge var en hög förekomst av kålmal. Denna insekt observerades på många håll i landet och varningsflaggorna för dess påverkan var många. När jag genomförde den sista planträkningen kunde jag notera att förekomsten av kålmalen var hög och det fanns mycket spår av skador. Vid detta tillfälle träffade jag även lantbrukaren som i det läget inte hade utfört någon bekämpning av insekten vilket innebar att denna kunnat härja fritt. Därmed är det enligt min uppfattning inte omöjligt att dess påverkan på försöket och fältet i övrigt kan ha varit stor och bidragit till minskningen i plantantal. Vid försöket i Medåker var förekomsten av kålmal vid samma tillfälle betydligt mindre.

Vid arbete i fältförsök är det svårt att minska påverkan för utomstående faktorer som till exempel viltskador och insektsangrepp. År 2016 kom oljeväxtodlingen att kännetecknas av stora angrepp av kålmal och detta anser jag är en motivering till att denna typ av försök måste genomföras under flertalet år för att med full säkerhet kunna uttala sig om effekterna. Att det även går att se tendenser till skillnader mellan behandlingarna kan ses som en anledning till fortsatt forskning inom detta område.

## 6.2 Laboratorieförsök

Till skillnad från fältförsöken så visade laboratorieförsöken som utfördes i odlingskammare vid olika temperaturer på flera intressanta resultat. Efter avslutat försök kunde det konstateras att det inte fanns några signifikanta skillnader mellan leden i de två lägsta temperaturerna 6°C och 11°C. Detta är enligt mig extra intressant eftersom Hushållningssällskapets teori var att eventuella effekter av betningen skulle vara större vid lägre temperatur på grund av begränsningar för vårapsen i övrigt. Det finns ju även en hel del litteratur som visar på god effekt i avseende på uppkomst då utsädet behandlats med olika typer av näringsblandningar (Johnson m.fl., 2005, Mirshekari, 2012, Memon, 2013, Alilo m.fl., 2014). Men dessa undersökningar har inte haft fokus på att undersöka effekten vid olika temperaturer. Enligt mig borde näringen som finns utanpå fröet inte innebära att groningen startar snabbare utan snarare skyndar på denna när den väl satt igång och på så sätt göra tiden för uppkomst och tidig tillväxt kortare. Istället för att finna effekter av utsädesbehandlingen med mineralnäring vid 6°C och 11°C fann vi signifikanta

skillnader mellan behandlingar vid 16°C. 11 dagar efter sådd hade led E som behandlats med NoroTec Zn signifikant bättre uppkomst än kontrollen. 19 dagar efter sådd hade alla behandlade led i 16°C signifikant bättre uppkomst än kontrollen. Detta tyder på att behandling med mineralnäring hade effekt på uppkomsten vid denna temperatur.

Om vi kopplar detta resultat till fältförsöket så hade det kunnat vara intressant att veta vilken temperatur jorden hade när sådd genomfördes. Enligt den litteratur jag gått igenom är det önskvärt med temperaturer kring 15-20°C för att raps skall tillväxa optimalt (Kondra m.fl., 1983). Om då fältförsöket har såtts vid för låg marktemperatur kanske det har inneburit att betningen inte har kunnat påverka på grund av att rapsen har haft svårigheter med tillväxten ändå. Har då andra faktorer påverkat groningen till att starta långsammare såsom dålig jordkontakt, ont om markfukt eller låg temperatur så kanske inte betningen haft någon möjlighet att verka vilket skulle kunna ses som ett stöd till resonemanget att utsädesbehandlingen med mineralnäring inte skyndar på starten av groningen utan hjälper till först när det väl har grott. Ser vi till de jämförelser som genomförts mellan de olika temperaturerna kan vi se att det är signifikant bättre uppkomst i 11°C och 16°C än vid 6°C. Det finns även signifikanta skillnader mellan 11°C och 16°C 11 dagar efter sådd men efter 19 dagar har alltså 11°C kommit ikapp 16°C. Det finns stöd i litteraturen för att lägre temperaturer leder till försämrad och långsammare groning (Witcombe & Whittington, 1971) och resultaten från denna undersökning stödjer dessa påståenden.

Något som hade varit intressant att utöka detta arbete med är statistiska analyser av att jämföra alla led i alla temperaturer och undersöka hur mycket påverkan temperatur respektive behandling har haft på uppkomsten men eftersom det främsta intresset var att jämföra behandlingarna inom respektive temperatur så har detta inte genomförts. Trots detta så har vi, oavsett hur mycket temperaturen än påverkat groningen, signifikanta skillnader mellan behandlade och obehandlat led vid 16°C vilket tyder på en effekt av betningen med mineralnäring. Detta stödjer resonemanget att en senare sådd med utsäde som behandlats med mineralnäring kan bidra till en förbättrad och snabbare uppkomst.

Ser vi till den tidiga tillväxten hos plantorna i laboratorieförsöket hade vi färre resultat som tyder på effekt av betningen. Den enda skillnaden som fanns mellan leden var att led B var signifikant bättre än led E i avseende om högst procent plantor av sådda som nått DC 10 vid 11°C 19 dagar efter sådd. Dock var inget led signifikant skilt från kontrollen. Detta tyder på att betningen inte har haft någon effekt på den tidiga tillväxten.

I försöket var det endast 16°C som nådde DC 11. 19 dagar efter sådd fanns det signifikanta skillnader där led B, E och G hade högre andel plantor som nått DC

11 jämfört med kontrollen A. Detta motsäger det som vi såg vid DC 10 och det kan här tolkas som att betningen har haft effekt på den tidiga tillväxten.

För att förbättra de försök som utfördes i odlingskammare hade andra typer av krukor eller mer jord kunnat användas. I detta försök blev det en kant på varje kruka som reste sig cirka 2 cm över jordens yta. I odlingsskåpen kom ljuset från sidorna vilket medförde att plantorna fick sträcka sig väldigt mycket för att träffas av solljuset. För att minimera påverkan från detta i försöket flyttades alla krukor systematiskt runt i skåpen varje dag för att jämma ut eventuella skillnader. Det hade också kunnat vara aktuellt att konstruera bättre behållare för krukorna som möjliggör delning av varje kruka från de andra. I vissa av det här försökets krukor var inte detta möjligt vilket gjorde det svårt att vattna varje kruka individuellt utan att vatten kunde försvinna till andra krukor. Att även använda sig av större krukor för att göra plats för fler frön hade varit önskvärt för att öka antalet frön och därmed förbättra underlaget i studien. Något annat som hade varit intressant hade varit att se hur plantorna utvecklades under en ännu längre tid. Då hade kanske även 6°C haft möjlighet att nå senare utvecklingsstadier. I detta fall gick inte det att genomföra på grund av brist på odlingsskåp tillgängliga för uthyrning. Att även utöka försöket med ytterligare temperaturer hade enligt mig varit intressant för att se om 16°C var en tillräckligt hög temperatur för att vara en optimal temperatur.

### 6.3 Behov av mer forskning

I och med arbetet med utsädesbehandling med mineralnäring har fler frågor dykt upp som kan vara intressanta att fördjupa sig i ytterligare. Hur mycket påverkar temperaturen behandlingseffekten? Vilken temperatur har jorden i fält när vi sår i vardagligt lantbruk? Kan vi utveckla andra produkter som är direkt lämpade för ändamålet utsädesbetning? Med en fortsatt forskning på detta område tror jag att vi inom några år kan ha mer svar på hur denna typ av odlingstekniska åtgärder kan påverka svenskt lantbruk och om dess effekter är tillräckliga för att rädda svensk odling av våroljeväxter.

## 7 Slutsatser

Sammanfattningsvis kan vi fastställa att det i de flesta fall inte verkar finnas några effekter av utsädesbehandling med mineralnäring. Fältförsöken uppvisade inget som stödjer positiva effekter av utsädesbehandling med mineralnäring på vare sig uppkomst, utveckling av ovanjordisk biomassa eller skörd. Laboratorieförsöken visar på positiva effekter i uppkomst vid 16°C men inte vid 6°C eller 11°C. Inga signifikanta skillnader fanns mellan behandlingar och kontroll i avseende på DC 10 men i DC 11 fanns skillnader mellan led B, E och G vid 16°C 19 dagar efter sådd. Detta arbete utgick från att besvara följande hypoteser och efter genomförda fältförsök och laboratorieförsök kan vi nu besvara dessa.

- (I) Utsäde behandlat med mineralnäring ger förbättrad och snabbare uppkomst hos vårraps.
  - Inget tyder på förbättrad och snabbare uppkomst i fältförsök eller vid lägre temperaturer i odlingskammare. Däremot har behandlade led vid högre temperatur i odlingskammare signifikant bättre uppkomst än obehandlade led.
- (II) Utsäde behandlat med mineralnäring ökar den tidiga tillväxten hos vårraps.
  - Inget tyder på ökad biomassa hos behandlade led i fältförsök eller i avseende på DC 10 i laboratorieförsök. I avseende på DC 11 däremot har flera behandlade led högre andel plantor som uppnått detta utvecklingsstadium än kontrollen.
- (III) Vårraps odlad vid lägre temperatur har långsammare groning och tidig tillväxt än vårraps odlad vid högre temperatur.
  - Ja, vårraps odlad vid högre temperatur grodde snabbare och hade snabbare tillväxt till högre utvecklingsstadier än lägre temperaturer.
- (IV) Betning med mineralnäring har större effekt på groning och tidig tillväxt vid höga temperaturer jämfört med låga.
  - Ja, det verkar finnas en effekt av betning med mineralnäring vid högre temperaturer men inte vid lägre temperaturer.

## Referenslista

- Acharaya, S.N., Dueck, J. & Downey R.K. (1983). Selection and heritability studies on canola/rapeseed for low temperature germination. *Canadian Journal of Plant Science*, 63, ss.377-384.
- Alilo, A.A., Alayari, S. & Mosavi, S.B. (2014). Micronutrient priming improves germination and seedling establishment in lentil. *Acta Advances in Agricultural Sciences*, 2(11), ss.37-44.
- Almond, J.A., Dawkins, T.C.K. & Askew, M.F. (1986). Aspects of crop husbandry. I: Scarisbrick, D.H. & Daniels, R.W. (red), *Oilseed Rape*. London: Collins, ss. 127-175.
- Blake, J.J., Spink, J.H. & Bullard, M.J. (2004). Successful establishment of oilseed rape, HGCA Conference 2004: Managing soil and roots for profitable production.
- Chen, C., Jackson, G., Neill, K., Wichman, D., Johnson, G. & Johnson, D. (2005). Determining the Feasibility of Early Seeding Canola in the Northern Great Plains. *Agronomy Journal*, 97, ss.1252-1262.
- Ekbom, B. (1995). Insect Pests. I: Kimber, D. & McGregor, D.I. (red), *Brassica Oilseeds – Production and Utilization*. Cambridge: CAB International, ss.141-152.
- Ekbom, B. & Kuusk, A.K. (2005). Jordloppor i våroljeväxter. Uppsala: SLU. Faktablad om växtskydd 45J.
- Farooq, M., Wahid, A. & Siddique, K.H.M. (2012). Micronutrient application through seed treatments – a review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 12(1), ss.125-142.
- Fogelfors, H. (2015). *Vår mat. Odling av åker- och trädgårdsgrödor*. Upplaga 1:1. Lund. Studentlitteratur AB.
- Gustafsson, G. (2016). *Bekämpningsrekommendationer Svampar och insekter 2016*. Jönköping: Jordbruksverket.
- Grant, C.A. & Bailey, L.D. (1993). Fertility management in canola production. *Canadian Journal of Plant Science*, 73(3), ss.651-670.
- Halmer, P. (2008). Seed technology and seed enhancement. *Acta Hort.* 771, ss.17-26.
- Johnson, S.E., Lauren, J.G., Welch, R.M. & Duxbury, J.M. (2005). A comparison of the effects of micronutrient seed priming and soil fertilization on the mineral nutrition of chickpea (*Cicer arietinum*), lentil (*Lens culinaris*), rice (*Oryza sativa*), and wheat (*Triticum aestivum*) in Nepal. *Experimental Agriculture*, 41(4), ss.427-448.
- Jordbruksverket. (2015). *Jordbruksmarkens användning 2015*.
- Kemikalieinspektionen (2016-02-22). *Kemikalieinspektionen ger inte dispens för rapsmedel*. <http://www.kemi.se/nyheter-fran-kemikalieinspektionen/2016/kemikalieinspektionen-ger-inte-dispens-for-rapsmedel/> [2016-10-13]

- Kimber, D.S. & McGregor, D.I. (1995). The Species and Their Origin, Cultivation and World Production. I: Kimber, D. & McGregor, D.I. (red), *Brassica Oilseeds – Production and Utilization*. Cambridge: CAB International, ss.1-7.
- Kondra, Z.P., Campbell, D.C. & King, J.R. (1983). *Canadian Journal of Plant Science*, 63(4), ss.1063-1065.
- Krok, Th. O. B., Almquist, S. (2012). *Svensk flora*. 29. uppl. Stockholm: Liber AB.
- Kyllmar, K. & Johnsson, H. (2006). *Växtnäringsförluster i små jordbruksdominerade avrinningsområden 2004/2005*. Uppsala: Avdelningen för vattenvårdslära. Ekohydrologi 92.
- Lindén, B. (2008). *Efterverkan av olika förfrukter: inverkan på stråsädesgrödors avkastning och kvävetillgång – en litteraturöversikt*. Skara: Sveriges Lantbruksuniversitet Avdelningen för precisionssodling. Rapport 14.
- Marshall, B. & Squire, G.R. (1996). Non-linearity in rate-temperature relations of germination in oilseed rape. *Journal of Experimental Botany*, 47(302), ss.1369-1375.
- Memon, N-U-N., Gandahi, M.M., Pahoja, V.M. & Sharif, N. (2013). Response of seed priming with boron on germination and seedling sprouts of broccoli. *International Journal of Agricultural Science*, 3(2), ss.183-194.
- Mengel, K. & Kirkby, E.A. (1987). *Principles of Plant Nutrition*. 4. uppl. Bern: International Potash Institute.
- Mirshekari, B. (2012). Seed priming with iron and boron enhances germination and yield of dill (*Anethum graveolens*), *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 36(1), ss.27-31.
- NoroTec. (2013a). *Produktdatablad NoroTec Mangan*. Skurup: NoroTec. [Broschyr] Tillgänglig: [http://www.norotec.se/pdf/PDB\\_sv\\_Mangan\\_Utsade\\_130128.pdf](http://www.norotec.se/pdf/PDB_sv_Mangan_Utsade_130128.pdf) [2016-11-16].
- NoroTec. (2013b). *Produktdatablad NoroTec Mangan/Koppar*. Skurup: NoroTec. [Broschyr] Tillgänglig: [http://www.norotec.se/pdf/PDB\\_sv\\_Mangan\\_Koppar\\_Utsade\\_130128.pdf](http://www.norotec.se/pdf/PDB_sv_Mangan_Koppar_Utsade_130128.pdf) [2016-11-16].
- NoroTec. (2013c). *Produktdatablad NoroTec WinterCrop*. Skurup: NoroTec. [Broschyr] Tillgänglig: [http://www.norotec.se/pdf/PDB\\_sv\\_Winter\\_Crop\\_130128.pdf](http://www.norotec.se/pdf/PDB_sv_Winter_Crop_130128.pdf) [2016-11-16].
- NoroTec AB. (2016). *Produktblad*. Tillgänglig: <http://www.norotec.se/Product.html> [2016-11-24].
- Nykiforuk, C.L. & Johnson-Flanagan, A.M. (1999). Storage reserve mobilization during low temperature germination and early seedling growth in *Brassica napus*. *Plant physiology and biochemistry*, 37(12), ss.939-947.
- Orlovius, K. (2003). Fertilizing for high yield and quality - Oilseed rape. *IPI Bulletin*. No. 16.
- Rerkasem, B., Bell, R.W., Lodkaew, S. & Loneragan, J.F. (1997). Relationship of seed boron concentration to germination and growth of soybean (*Glycine max*). *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 48(3), ss.217-223.
- Saarela, I. (1985). Plant available boron in soils and the boron requirement of spring oilseed rapes. *Annales Agriculturae Fenniae*, 24(4), ss.183-265.
- Stjernman Forsberg, L., Johansson, G. & Torstensson, G. (2013). *Växtnäringsförluster från åkermark 2011/2012*. Uppsala: Institutionen för mark och miljö. Ekohydrologi 136.
- Stjernman Forsberg, L., Torstensson, G. & Johansson, G. (2012). *Växtnäringsförluster från åkermark 2010/2011*. Uppsala: Institutionen för mark och miljö. Ekohydrologi 131.
- Stoltz, E. & Wallenhammar, A-C. (2015). *Utsädesbehandling med mineralnäring ökar uppkomst, tillväxt och skörd i vårraps*. Opublicerat manuskript.
- Tangtrakulwanich, K., Reddy, G.V.P., Wu, S., Miller, J.H., Ophus, V.L. & Prewett, J. (2014). Developing nominal threshold levels for *Phyllotreta cruciferae* (Coleoptera: Chrysomelidae) damage on canola in Montana, USA. *Crop Protection*, 66, ss.8-13.
- Vigil, M.F., Anderson, R.L. & Beard, W.E. (1997). Base temperature and growing-degree-hour requirements for the emergence of canola. *Crop Science*, 37(3), ss.844-849.

- Witcombe, J.R. & Whittington, W.J. (1971). A study of the genotype by environment interaction shown by germinating seeds of *Brassica napus*. *Heredity* 26(3), ss.397-411.
- Zhang, J., Jiang, F., Yang, P., Li, J., Yan, G. & Hu, L. (2015). Responses of canola (*Brassica napus* L.) cultivars under contrasting temperature regimes during early seedling growth stage as revealed by multiple physiological criteria. *Acta Physiologiae Plantarum*, 37(7)